

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-5544

(P2005-5544A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
H 0 1 L 33/00	H 0 1 L 33/00	4 H 0 0 1
C 0 9 K 11/08	H 0 1 L 33/00	5 F 0 4 1
C 0 9 K 11/56	C 0 9 K 11/08	
C 0 9 K 11/62	C 0 9 K 11/56	
C 0 9 K 11/64	C 0 9 K 11/62	C Q F
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 14 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-168548 (P2003-168548)

(22) 出願日 平成15年6月13日 (2003. 6. 13)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(74) 代理人 100102691

弁理士 中野 稔

(74) 代理人 100111176

弁理士 服部 保次

(74) 代理人 100112117

弁理士 山口 幹雄

(74) 代理人 100116366

弁理士 二島 英明

(72) 発明者 藤原 伸介

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号

住友電気工業株式会社大阪製作所内

最終頁に続く

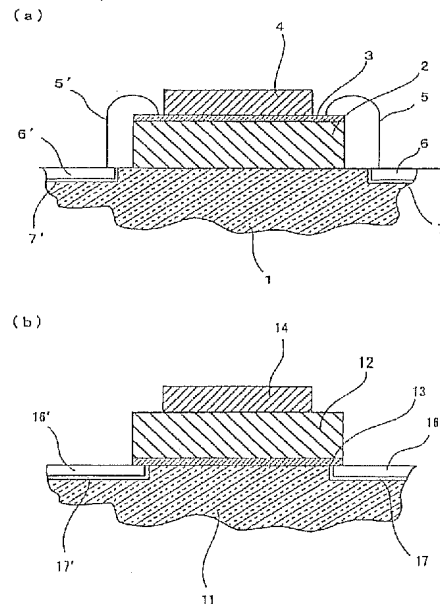
(54) 【発明の名称】 白色発光素子

(57) 【要約】

【課題】 投入用電力が大きくても劣化しにくい、照明用に使用可能な、高出力の白色発光素子を提供する。

【解決手段】 蛍光体4と発光ダイオード(LED) 2、3を組み合わせる発光素子であって、前記蛍光体4は、熱伝導率 λ (W/cmK) と前記LED 2、3からの光に対する吸収係数 α ($1/cm$) との関係が、 $\lambda\alpha > 2$ である材料から選ばれ、かつ、前記LEDに用いる基板2がSiC、GaN及びAlNのいずれかから選ばれ、該LEDと前記蛍光体4が接して配置されるか、または、前記LEDに用いる基板2がサファイアであり、該LEDの基板側に前記蛍光体4が接して配置されている。このような構成により、 $200W/cm^2$ 以上の投入電力に置いても、十分に放熱でき、温度による影響なしに使用できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

蛍光体と発光ダイオード（LED）を組み合わせてなる発光素子であって、前記蛍光体は、熱伝導率 λ （W/cmK）と前記LEDからの光に対する吸収係数 α （1/cm）との関係が、 $\lambda\alpha > 2$ である材料から選ばれ、かつ、前記LEDを構成する基板がSiC、GaN及びAlNのいずれかから選ばれ、該LEDと前記蛍光体が接して配置されるか、または、前記LEDに用いる基板がSiC、GaN、AlN及びサファイアのいずれかであり、該LEDの基板側に前記蛍光体が接して配置されていることを特徴とする白色発光素子。

【請求項2】

前記LEDに用いる発光体が、InGaN系である請求項1に記載の白色発光素子。

【請求項3】

システム上に設置された、蛍光体と発光ダイオード（LED）を組み合わせてなる発光素子であって、前記システム上の前記LEDは、その周囲の一部若しくは全部を放熱体で囲まれており、その上方に該放熱体と接して蛍光体が設置されている構造を特徴とする白色発光素子。

【請求項4】

前記蛍光体の厚み t （cm）が、蛍光体の面積を S （cm²）、熱伝導率を λ （W/cmK）で表したときに、

$$\sqrt{S} > t > 6S / 2000\lambda$$

の範囲にある請求項3に記載の白色発光素子。

【請求項5】

前記LEDを構成する基板がSiC、GaN及びAlNのいずれかから選ばれるか、または、前記LEDに用いる基板がサファイアであり、該LEDがフリップチップに実装されている請求項3又は4に記載の白色発光素子。

【請求項6】

前記放熱体の主成分がAl又はCuである、請求項3乃至5のいずれかに記載の白色発光素子。

【請求項7】

蛍光体が ZnS_xSe_{1-x} （ $0 \leq x \leq 1$ ）によって形成された請求項1乃至6のいずれかに記載の白色発光素子。

【請求項8】

前記蛍光体中に、Al、Ga、In、Cl、Br、Iのいずれか1種以上を 1×10^{17} 個/cm³以上含む請求項7に記載の白色発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照明用、表示用、液晶バックライトなどに利用できる白色発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

白色光を発する発光ダイオードは近年種々工夫されてきている。白色光は赤、緑、青と言った光の三原色を有する発光ダイオードを組み合わせることでも達成できるが、安価で省スペースとするには、単一のダイオードで白色を発光できるダイオードが望まれる。そして、特に電球や蛍光灯に代わって照明に用いられる程度の光度の大きな白色光を発するダイオードが要求される。

【0003】

これに対し、最近では図7（a）、（b）に示されるようなInGaN系の青色LEDの周囲を、粉末状のYAG蛍光体を分散させた透明樹脂層で包囲することにより、LEDから発する青色の光の一部を黄色光に変換し、LEDからの青色光とYAG蛍光体からの黄色光が合成され、白色光とする技術が開示されている（非特許文献1参照）。この技術は

10

20

30

40

50

、図7(a)に記載するように、透明樹脂101でモールドした中に、リード102と電極のみのリード103が固定されており、LEDチップ107はリード102の先端部に形成されているくぼみ104に搭載されている。LEDチップ107には、リード102とリード103とにそれぞれワイヤ105とワイヤ106が接続されている。くぼみ104にはLEDチップ107を覆ってYAG蛍光体110が充填されている。

図7(b)は、LEDチップ107近辺の拡大図である。リード102のくぼみ104にはLEDが設置されるが、LED基板109が下に、LED発光部108が上に位置する。LEDの周囲には、くぼみ104に充填された透明樹脂中に分散するYAG蛍光体110が充填されている。LED発光部108から上方に向かって発光された青色光Bは、YAG蛍光体110に一部吸収され、黄色光Yを発光する。青色光Bは一部がYAG蛍光体110をそのまま通過するため、前記黄色光Yと重なって白色光を発することになる。

10

【0004】

また、図8(a)、(b)に示す他の技術がある(特許文献1参照)。図8(a)において、透明樹脂111でモールドされたLEDを搭載するリード112と、電極のみのリード113がある。リード112に搭載されたLEDは、ZnSeのLED基板116とZnCdSeのLED発光部115から構成される。このLEDは導電性があるため、電極の一端はリード112を直接利用し、他端はワイヤ114でリード113に接続する。白色発光の原理は、図8(b)のLED部分の拡大図によって説明する。リード112上に搭載されたLEDは、ZnSeのLED基板116と、その上にあるZnCdSeのLED発光部115からなる。LED発光部115で発光する青色光Bは直接透明樹脂111側(記載略)に行くものと、LED基板116側に行くものがあり、LED基板116に入光した青色光Bは、ZnSe中で吸収されると共に自己励起光を発する。この自己励起光は黄色光Y乃至橙色となり、ZnCdSeのLED発光部115を透過して透明樹脂111に行く。即ち外部から見れば、青色光Bと黄色光Yが重なって白色光として見える。

20

【0005】

さらに図9では、別の構造を有する技術を開示する(特許文献2参照)。この技術は、ステム127に固定されたLEDチップ126を搭載するリード122と、電極のみのリード123とを透明樹脂121が覆っている。透明樹脂121の中には、LEDチップ126とワイヤ124がリードと共に埋め込まれている。透明樹脂121の上部には窓材125が備えられ、該窓材はZnSeを用いている。LEDチップ126は、InGaIn系の発光部を有し、青色光を発する。この光は、窓材125を透過して外部に出ると共に、一部が窓材125中で吸収され、黄色光乃至橙光となって自己励起光を発光する。外部からは、窓材125を通過した青色光と、窓材125中での黄色光乃至橙光の自己励起光とが重なって、白色光として見える。

30

【0006】

【特許文献1】

特開2000-82845号公報、(0019~0020, 図3b)

【特許文献2】

特開2000-261034号公報、(0030~0031, 図1)

【非特許文献1】

「光機能材料マニュアル」光機能材料マニュアル編集幹事会編、オプトエレクトロニクス社刊、p457, 1997年6月

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

既に先行技術として白色光を発するLEDは、前記したように存在する。これらの白色発光素子は、信号他低出力での使用においては特に問題なく使用できる。しかし、照明の代用となる高出力の使用においては、それぞれさらなる工夫が必要である。例えば、YAG蛍光体は、高出力により発生する熱で透明性が低下する。ZnSe基板の場合は、青色発光層が劣化しやすい。また、ZnSe窓材の場合では、窓材の発する熱が放散しきれない。こういった問題により、前記技術を直接高出力のLEDとするには無理があり、さらな

50

る改良が必要となる。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の発明は、蛍光体と発光ダイオード(LED)を組み合わせる発光素子であって、前記蛍光体は、熱伝導率 λ (W/cmK)と前記LEDからの光に対する吸収係数 α (1/cm)との関係が、 $\lambda\alpha > 2$ である材料から選ばれ、かつ、前記LEDを構成する基板がSiC、GaN及びAlNのいずれかから選ばれ、該LEDと前記蛍光体が接して配置されるか、または、前記LEDに用いる基板がSiC、GaN、AlN及びサファイアのいずれかであり、該LEDの基板側に前記蛍光体が接して配置されていることを特徴とする白色発光素子である。このような構成により、LEDチップに負荷する投入電力密度を200W/cm²以上で利用できるものである。ここで接して配置するとは、

10

接着剤等を用いて密着させる意味である。

特に使用するLEDには、InGaN系を用いるとよい。

【0009】

本発明の第2の発明は、ステム上に設置された、蛍光体と発光ダイオード(LED)を組み合わせる発光素子であって、前記ステム上の前記LEDは、周囲の一部若しくは全部を放熱体で囲まれており、その上部に該放熱体と接して蛍光体が設置されている構造を特徴とする白色発光素子である。

特に、使用する蛍光体の厚み t (cm)が、蛍光体の面積を S (cm²)、熱伝導率を λ (W/cmK)で表したときに、

20

$$\sqrt{S} > t > 6S / 2000\lambda$$

の範囲にあると、好ましい。通常の低出力では問題はないが、蛍光体の厚みを上記範囲とすることにより、放熱効果が著しい。

また、LEDを構成する基板がSiC、GaN及びAlNのいずれかから選ばれるか、または、前記LEDに用いる基板がSiC、GaN、AlN及びサファイアのいずれかであり、該LEDがフリップチップ型に実装されている構成をとることにより、放熱性を配慮した構成となり好ましい。

【0010】

以上2つの発明において、放熱体の主成分がAl又はCuであると熱伝導率を大きくすることができるため、放熱性が良く好ましい。また、使用する蛍光体がZnS_xSe_{1-x} (0 ≤ x ≤ 1)によって形成されていると、白色光を形成する蛍光体として好ましい。その蛍光体中に、Al、Ga、In、Cl、Br、Iのいずれか1種以上を1 × 10¹⁷個/cm³以上含ませておくのが好ましい。

30

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の第1の発明は、図1(a)、(b)の模式図を用いて説明する。図1の(a)はLED基板の発光部を上にする通常の搭載形態であり、(b)はLEDをフリップチップに搭載する形態である。図1(a)では、ステム1にLED基板2が接続され、その上にLED発光部3が位置する。さらにその上には蛍光体4が搭載される。LEDはLED発光部側に電極が配置されているため、ワイヤ5、5'でステム上に配置された電極6、6'で外部電極に接続する。電極6、6'はステム1とは絶縁7、7'により絶縁されている。また、図1(b)では、ステム11上にLEDがフリップチップで搭載されている。即ちLED発光部13がLEDの電極と共にステム11に接しており、その上にLED基板12が位置する。LED基板12の更に上方には蛍光体14が接する。LEDの電極はステム11に配置された電極16、16'に直結しているため、ワイヤは不要となる。電極16、16'は絶縁17、17'によりステム11とは絶縁されている。以上の構造を持ち、その材質的特徴は蛍光体4、14において、熱伝導率を λ (W/cmK)、LEDの光に対する吸収係数を α (1/cm)としたときに、 $\lambda\alpha > 2$ を満たすことである。また、図1(a)の場合は、LED基板2に用いる材料をSiC、GaN若しくはAlNとし、図1(b)の場合は、LED基板12に用いる材料をSiC、GaN、AlN若しく

40

50

はサファイアとした点にある。

【0012】

こうした構造を取る理由は、発生する熱の排出にある。即ち、LEDを取り巻く透明樹脂は、熱伝導性が小さく、そこに混合された蛍光体が発光すると同時に発熱しても、周囲の透明樹脂による熱伝導は期待できない。ところが、透明樹脂に比べ熱伝導性が大きい蛍光体を集中させれば、透明樹脂の昇温は防げる。また、そこで発生する熱を透明樹脂以外の熱放熱性の良い材料に接しておけば、蛍光体自身の昇温も防ぐことが出来る。

以上の内容から、図1の構成が成り立つ。これを簡略した計算により以下に説明する。

【0013】

図1(a)の構成で作製された白色発光素子を想定する。ここで、

w_1 : LEDの発熱密度 (W/cm^2)

w_2 : 蛍光体の発熱密度 (W/cm^2)

T_0 : LED下面の温度 (K)

T_1 : LED上面の温度 (K)

T_2 : 蛍光体上面の温度 (K)

G_1 : LED基板中の温度勾配 (K/cm)

G_2 : 蛍光体中の温度勾配 (K/cm)

λ_1 : LED基板の熱伝導率 (W/cmK)

λ_2 : 蛍光体の熱伝導率 (W/cmK)

t_1 : LED基板の厚み (cm)

t_2 : 蛍光体の厚み (cm)

とにおいて、定常状態での熱流バランスを式で表すと、

$$w_1 + w_2 = \lambda_1 G_1, \quad w_2 = \lambda_2 G_2$$

$$T_1 = T_0 + t_1 G_1, \quad T_2 = T_1 + t_2 G_2$$

と示される。ここでLEDと蛍光体の発熱は、それぞれの表面で発生する仮定をおいているが、温度上昇が過大となる傾向であり、安全上問題はない。

【0014】

前記式を整理し、LEDへの投入電力密度を w_0 (W/cm^2)とした場合の式に置き換えると以下ようになる。

$$\Delta T_1 = T_1 - T_0 = t_1 (w_1 + w_2) / \lambda_1 = ((a_1 + a_2) t_1 / \lambda_1) w_0 \quad 30$$

$$\Delta T_2 = T_2 - T_0 = t_1 (w_1 + w_2) / \lambda_1 + t_2 w_2 / \lambda_2 = ((a_1 + a_2) t_1 / \lambda_1 + a_2 t_2 / \lambda_2) w_0$$

ここで、 $w_1 = a_1 w_0$ 、 $w_2 = a_2 w_0$ とし、 a_1 、 a_2 はそれぞれLEDの発熱率、蛍光体の発熱率である。

【0015】

以上の式を用いて具体的な温度上昇を見積もると以下ようになる。

図1(a)において、LED基板2にサファイアを、LED発光部3にInGaNを蛍光体4にZnSSe (ZnS組成0.5)を用いた場合を例に挙げる。

具体的な数値は、

$$\lambda_1 \text{ (サファイア)} : 0.3 W/cmK, \quad \lambda_2 \text{ (ZnSSe)} : 0.15 W/cmK \quad 40$$

$$t_1 \text{ (LED厚み)} : 0.04 cm, \quad t_2 \text{ (蛍光体厚み)} : 0.01 cm$$

$$a_1 : 0.7, \quad a_2 : 0.1$$

とした。 a_1 は、InGaNの外部量子効率が約30%であるため、残りが発熱に使用されることとした。 a_2 は、InGaNからの光の10%は蛍光体を通過し、20%が蛍光体に入りそのうち10%が蛍光体内で発熱に使用されるとして数値を決めた。

【0016】

以上の数値を前記式に当てはめて計算すると、表1のようになる。ここで、投入電力密度が $200 W/cm^2$ を越えると、蛍光体はLEDにより、20℃以上の温度上昇を受けるため、好ましくない状況になる。

また、この温度差はそのほとんどがLEDチップに起因するが、LEDの熱伝導率が大き

10

20

30

40

50

くないために、熱伝導率が高い蛍光体を使用した効果が十分に発揮できていない。そこで、LED基板に熱伝導率の大きい材料を使用すると良いことが解る。

LED基板としては、InGaN系のLEDを形成でき、高熱伝導率でかつLED発光に対して透明であることが必要である。SiC、GaN、AlNがこの条件に当てはまる。そこで、これらの材料を用いた前記式のシミュレーション計算をした結果が、表2である。表2では、投入電力密度 w_0 が 200 W/cm^2 である。

【0017】

【表1】

投入電力密度 $w_0(\text{W/cm}^2)$	LED表面温度差 $\Delta T_1 (\text{°C})$	蛍光体表面温度差 $\Delta T_2 (\text{°C})$
100	10	11
200	20	22
500	50	55
1000	100	110

10

20

【0018】

【表2】

基板材料	熱伝導率 $\lambda(\text{W/cmK})$	LED表面温度差 $\Delta T_1 (\text{°C})$	蛍光体表面温度差 $\Delta T_2 (\text{°C})$
SiC	4.9	1.3	3.3
GaN	1.3	4.9	6.9
AlN	2.9	2.2	4.2
サファイア	0.3	20.0	22.0

30

【0019】

表2によれば、前記3種類の基板材料において、LED内の温度差(ΔT_1)と蛍光体内での温度差($\Delta T_2 - \Delta T_1$)が大きな差をもたず、大きな投入電力密度を負荷しても使用できる構成となる。LED基板の熱伝導率が高い材料を使用することによって温度勾配を押さえることが出来ることは、以上述べたとおりであるが、蛍光体における温度差を押さえるには、以下ようになる。

40

蛍光体においても、熱伝導率の大きな材料が得られれば問題はない。ところが、蛍光体の目的は、LEDからの単色光を一旦吸収し、波長の長い光として自己励起光を発するものであり、単色光を一部通過する必要から、該単色光に対して透明である必要がある。こうした条件の中で材料を選択することになり、材料の物性にも限りがある。そこで蛍光体の材料を有効に使用する条件を見いだした。即ち、前記に使用された式の関係から $a_2 t_2 / \lambda_2$ が小さくなるようにすれば、解決できる。

50

即ち、

$$a_2 t_2 / \lambda_2 < (a_1 + a_2) t_1 / \lambda_1$$

上記式に前述の計算に用いた数値を入れると、

$$t_2 / \lambda_2 < 1$$

なる条件にすれば良い。即ち、蛍光体の厚み (cm) は、蛍光体の熱伝導率 (W/cmK) より小さい値とすることになる。実体的には、LED発光からの熱吸収は蛍光体の表面近くでほとんど吸収されてしまうので、蛍光体のLED光の吸収係数を α (1/cm) とすると、発熱部分は $2/\alpha$ (1/cm) 程度の幅に限定される。

従って、上記式は、

$$\alpha \lambda > 2$$

なる関係になる。この関係を満たせば、蛍光体が温度上昇による問題なしに使用可能となる。

【0020】

前記したLED基板にサファイアを用いた場合には、基板のサファイアの熱伝導率が小さいためそのままでは高出力化する際に問題となる。この場合はLEDをフリップチップに実装すれば、発熱量をステム側に大量に放散できるため、使用が可能となる。即ち、図1 (b) の形態にする手段である。もちろん、前記したSiC、GaN及びAlNの基板であっても同様にフリップチップに搭載することができ、発光部による発熱に対して、温度上昇をより軽減できる構造となる。

【0021】

本発明の第2の発明を図2 (a), (b) の模式図に示す。図2の (a) はLED基板の発光部を上にする通常の搭載形態であり、(b) はLEDをフリップチップに搭載する形態である。図2 (a) では、ステム21にLED基板22が接続され、その上にLED発光部23が位置する。LEDの周囲の一部若しくは全部を囲んで放熱体28, 28' が設置され、そのステム又は電極と接する部分は電氣的に絶縁29, 29' されている。さらにその上方には放熱体28, 28' に接して蛍光体24が位置する。LEDはLED発光部23側に電極が配置されているため、ワイヤ25, 25' でステム21上に配置された電極26, 26' に接続し、更に電極26, 26' で外部電極に接続する。電極26, 26' はステム21とは絶縁27, 27' により絶縁されている。ステム21, 放熱体28, 28', 蛍光体24に囲まれる空間30は真空にしても良いが、通常透明樹脂を充填する。

【0022】

また、図2 (b) では、ステム31上にLEDがフリップチップで搭載されている。即ちLED発光部33がLEDの電極と共にステム31に接続されており、その上にLED基板32が位置する。LEDの周囲を囲んで放熱体38, 38' が設置され、そのステム又は電極と接する部分は電氣的に絶縁39, 39' されている。LED基板32の更に上方には蛍光体14が放熱体38, 38' に接して位置する。LEDの電極はステム31に配置された電極36, 36' に直結しているため、ワイヤは不要となる。電極36, 36' は絶縁37, 37' によりステム31とは絶縁されている。ステム31, 放熱体38, 38', 蛍光体34に囲まれる空間40は真空にしても良いが、通常透明樹脂を充填する。

【0023】

すなわち、図2の構成は、高度の発熱となるLEDと蛍光体を離れた状態で用いる構成である。従って、図1のように、蛍光体が発する自己励起光に伴う発熱を、LEDを介してステム側に放熱することをせず、別に周囲に設けた放熱体を利用して放熱する手段を取っている。このような形状とすることにより、LEDで発する熱はステムに放熱し、蛍光体で発する熱は放熱体を経てステム等へ放散することが出来る。

ここで、蛍光体を円盤状に見立て、発生する熱量をW、円盤の外半径を r_2 、円盤中心から発熱中心までの半径 r_1 から外周までの温度差を ΔT 、円盤の厚みを t 、熱伝導率を λ とすると、

$$\Delta T = W / \lambda \cdot \ln (r_2 / r_1) \cdot 1 / 2 \pi t$$

10

20

30

40

50

なる関係が導かれる。また、熱発生が円盤全体から発生する場合、円盤半径の $1/2$ 付近に熱が発生すると考えれば良いから、上記式に $r_2 = 2r_1$ を代入すると、

$$\Delta T = 0.11W / \lambda t$$

なる式が得られる。

【0024】

前記蛍光体の発熱を次元解析と数値計算を用いて算出すると、

$$\Delta T_3 = 0.1W_2 / t_2 \lambda_2$$

なる関係式が得られる。前述の仮定に近似する式となる。

ここで、 ΔT_3 ：蛍光体の中央部の温度上昇分 (K) である。

また、第1の発明で示したように、蛍光体の発熱量 W_2 は、LEDへの投入電力 W_0 の約 $1/10$ であることから、前記式は、

$$\Delta T_3 = 0.01W_0 / t_2 \lambda_2$$

と表せる。

前記した本発明の第1の発明と同様に、蛍光体が 20°C 以上の温度上昇とならないようにするには、 $\Delta T_3 < 20$ となる必要がある。

従って、 $W_0 < 2000 t_2 \lambda_2$ なる関係にあればよい。

【0025】

また、蛍光体は外部を空気に囲まれていることから、熱伝達による熱放散がある。

この熱放散量は、空気の自然対流伝熱における伝熱係数が $0.03 \text{ W/cm}^2 \text{ K}$ 程度であるので、 20°C の温度上昇時での放熱量 W_a は、

$$W_a = 0.03 \times 20 S = 0.6 S$$

ここで、 S は蛍光体の空気に触れている側の面積である。ここでLEDの投入電力 (W_0) による蛍光体の発熱量は $0.1W_0$ であるから、 $W_a < 0.1W_0$ なる状況にしなければならない。即ち、

$$W_0 > 6 S$$

ところが、使用時における熱伝達において、上記放熱量は、蛍光体の面が垂直状態時の放熱量であり、実質放熱量はより小さい。そこで、実質放熱量によって放熱されずに蛍光体に残る熱量は、伝熱により放熱体に吸収される。

以上の2つの関係から、

$$6 S < 2000 t_2 \lambda_2$$

なる関係が得られる。

λ_2 は材料の特性であり、 S はLEDの大きさで決められるため、 t_2 で調整する必要がある。そこから、

$$t_2 > 6 S / 2000 \lambda_2$$

とするのが好ましい。ここで t_2 は特に上限はないが、蛍光体は板状として使用するため、

$$\sqrt{S} > t_2 \text{ であればよい。}$$

以上の条件は、蛍光体の一部が放熱体に接している状態で成立する。放熱体は、製造上、LEDが搭載されるステム上に設置されるが、LEDを挟んで両側に、若しくはLEDを囲んで4方向に設置するのが好ましい。

【0026】

このような条件は、放熱材が蛍光体の発熱を十分に放熱する必要がある。従って、放熱材には、蛍光体の熱伝導率より大きな熱伝導率を有する材料を用いるのがよく、特に高熱電導性を有する、Cu又はAlを主成分とする金属を用いるのが好ましい。

【0027】

以上の状況は、図2(a)に示す模式図における説明であるが、図2(b)に示すLEDをステム上にフリップチップに装着した場合も同じである。LED基板が十分な熱伝導性を有する材料、即ちSiC、GaN、AlNを用いる場合は、図2(a)の構成を用いるのがよい。LED基板に熱伝導性が十分でない材料、即ちサファイアを用いる場合は、図2(b)の構成を用いる必要がある。SiC、GaN、AlNの場合は、フリップチップ

20

30

40

50

にした方が放熱が良いが、通常の搭載方法でも十分に放熱できる。

なお、本発明の第1の発明及び第2の発明に用いる蛍光体には、 $ZnSSe$ 、 ZnS 、 $ZnSe$ が好ましく用いられる。これらを併せて ZnS_xSe_{1-x} ($0 \leq x \leq 1$)と記載する。そのほかには、 $ZnCdS$ を用いることも出来る。

また、上記蛍光体には、自己励起光の核となる原子を含ませるのが良く、 Al 、 Ga 、 In 、 Cl 、 Br 、 I のいずれか1種以上の原子を含ませる。これらの原子の種類と量により、自己励起光の波長が調整でき、赤乃至黄色の自己励起光を発することが出来る。好ましくはその量を 1×10^{17} 個/cm³以上含ませるのが良い。

【0028】

【実施例】

以下に実施例を示すが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

(実施例1) ヨウ素輸送法によって成長させたのち、 Zn 雰囲気中で $1000^\circ C$ の熱処理をした $ZnSSe$ 結晶(ZnS 組成 0.5)を切り出し、両面をミラー研磨して厚み $200\mu m$ の板とした。この $ZnSSe$ 蛍光体の特性を調べたところ、波長 $440nm$ 光に対する吸収係数 α は $100/cm$ であり、熱伝導率 λ は $0.15W/cmK$ であった。従って $\alpha\lambda = 15(W/K)$ である。この板から $300\mu m$ 角に蛍光体を切り出した。

別に、 GaN 基板とサファイア基板を用いた表面に $InGaN$ 活性層を持つ発光波長 $440nm$ の $400\mu m$ 角の青色LEDチップを準備した。

【0029】

上記LEDと蛍光体を用いて白色発光素子を作製した。その構成を図3に示す。 Al 製ステム51にあらかじめ絶縁57、57'をした電極56、56'を配置しておき、該電極間のステム上に Ag ペーストでLEDチップをLED基板52を下にLED発光部53を上にして貼り付けた。その上に $ZnSSe$ 蛍光体54を、透明樹脂を用いて接続した。 Al 製ワイヤ55、55'を用いてLEDチップ上の電極と Al 製ステム51上の電極56、56'を接続した後、LEDチップと蛍光体の周囲を Al 製放熱体58、58'で囲み、ステム51、電極56、56'に接する部分は、絶縁59、59'した。こうして出来た囲いの内部を SiC 粉末からなる拡散材を含むエポキシ系透明樹脂60を用いたポッティングにより充填した。この素子は、 GaN 基板と、サファイア基板について作製すると同時に、サファイア基板についてはLEDをフリップチップに貼り付けたものも用意した。

【0030】

以上3種類の白色発光素子の特性を測定するため、外部電極と接続して通電して発光させた。LEDの上方で発光波長分布を採取し、色度座標 x を算出した。LEDに投入する電力を変え、得られた電力密度と色度座標 x の関係を図5に示す。この図から、サファイア基板のLEDは、投入電力密度が $200W/cm^2$ を越えると、色度座標 x が変化し始めるが、 GaN 基板を用いたLEDでは色度座標 x の変化は見られない。測定は電力密度が $350W/cm^2$ までであるが、本発明になる白色発光素子は少なくともサファイアを用いたLED基板の倍程度の投入電力密度に対して問題なく使用できる。

【0031】

なお、図5には記載していないが、サファイア基板を用いたLEDをフリップチップに貼り付けた白色発光素子についても測定したが、図5の GaN 基板LEDを用いた場合とほぼ同様のデータを得ている。

実施例1では、LED周囲を放熱材で囲っているが、特に使用してもしなくても、本発明は成立する。

【0032】

(実施例2) 実施例1で用いた $ZnSSe$ (ZnS 組成 0.5)を切り出し、両面をミラー研磨して厚み $200\mu m$ の板とした。これを $3mm$ 角に切り出し、蛍光体とした。

別に、 GaN 基板とサファイア基板を用いた表面に $InGaN$ 活性層を持つ発光波長 $450nm$ の $1mm$ 角の青色LEDチップを準備した。

【0033】

10

20

30

40

50

上記LEDチップと蛍光体を用いて白色発光素子を作製した。その構成を図4に示す。
 Al製ステム61にあらかじめ絶縁67, 67'を介して電極66, 66'を配置しておき、この中間に前記LEDチップをLED基板62を下に発光部63を上にしてAgペーストを用いて搭載した。その後、Au製ワイヤ65, 65'を用いてLEDの電極とステム上の電極66, 66'を接続した。このLEDを囲んでAl製の放熱体68, 68'をステム側に絶縁69, 69'して設置した。放熱体68, 68'で囲まれた内部をエポキシ系透明樹脂70をポッティングして充填し、その上に蛍光体64を放熱体68, 68'に接触させて置き、前記透明樹脂70で固定した。

【0034】

上記の白色発光素子をサファイア基板のものとGaN基板のもので作製した。蛍光体の熱伝導率 λ は実施例1と同じ 0.15 W/cmK であり、 $S = 0.09 \text{ cm}^2$ であるから、 $t > 6 / 2000 \cdot S / \lambda = 0.0018 \text{ cm} = 18 \mu\text{m}$ である。

この白色発光素子に通電し、LEDの上方で発光波長分布を採取し、色度座標 x を算出した。負荷する投入電力を種々変えた結果、図6に示す結果を得た。サファイア基板を使用したLEDは、投入電力2Wまでは色度座標 x に変化は見られないが、2Wを越えると色度座標 x に変化が見られた。これに対し、本発明になるGaN基板を用いたLEDでは投入電力5Wまで色度座標 x に変化は見えなかった。この結果から本発明になる白色発光素子は、大きな投入電力に置いても使用が可能であり、高出力の白色発光素子として使用が可能である。

【0035】

【発明の効果】

本発明により、白色発光素子を用いる信号用LEDのみでなく、一般照明用のLEDとして使用可能な、高入力にも耐え、そこから発生する高出力の白色発光素子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における第1の発明の構成説明図である。(a)はLEDを通常搭載した場合、(b)はLEDをフリップチップに搭載した場合である。

【図2】本発明における第2の発明の構成説明図である。(a)はLEDを通常搭載した場合、(b)はLEDをフリップチップに搭載した場合である。

【図3】本発明における第1の発明を、実施例として示す一例である。

【図4】本発明における第2の発明を、実施例として示す一例である。

【図5】本発明の第1の発明を用いた白色発光素子の、投入電力密度と色度座標の関係を示す。

【図6】本発明の第2の発明を用いた白色発光素子の、投入電力密度と色度座標の関係を示す。

【図7】従来技術における白色発光素子の第1の例である。

【図8】従来技術における白色発光素子の第2の例である。

【図9】従来技術における白色発光素子の第3の例である。

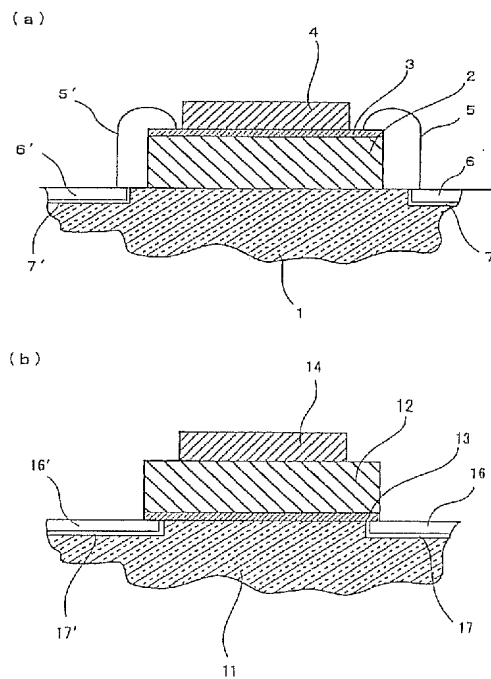
【符号の説明】

- 1, 11, 21, 31, 51, 61. ステム、
- 2, 12, 22, 32, 52, 62. LED基板、
- 3, 13, 23, 33, 53, 63. LED発光部、
- 4, 14, 24, 34, 54, 64. 蛍光体、
- 5, 5', 25, 25', 55, 55', 65, 65'. ワイヤ、
- 6, 6', 16, 16', 26, 26', 36, 36', 56, 56', 66, 66'. 電極、
- 7, 7', 17, 17', 27, 27', 29, 29', 37, 37', 39, 39', 57, 57', 59, 59', 67, 67', 69, 69'. 絶縁、
- 28, 28', 38, 38', 58, 58', 68, 68'. 放熱体、
- 30, 40. 空間又は透明樹脂、
- 60, 70. 透明樹脂、

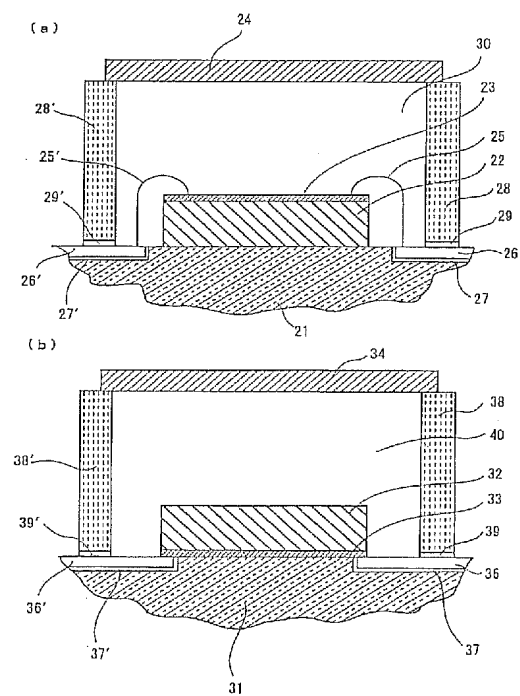
101, 111, 121. 透明樹脂、
 102, 103, 112, 113, 122, 123. リード、
 104. くぼみ、
 105, 106, 114, 124. ワイヤ、
 125. 窓材、
 107, 126. LEDチップ、
 108, 115. LED発光部、
 109, 116. LED基板、
 110. YAG蛍光体、
 127. ステム

10

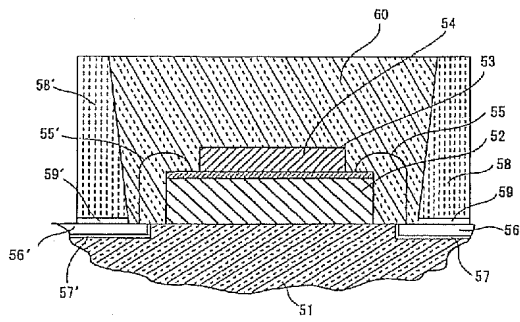
【図1】



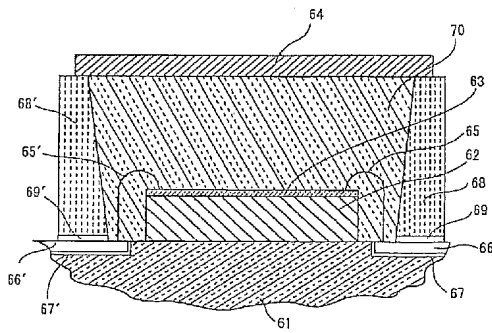
【図2】



【図 3】

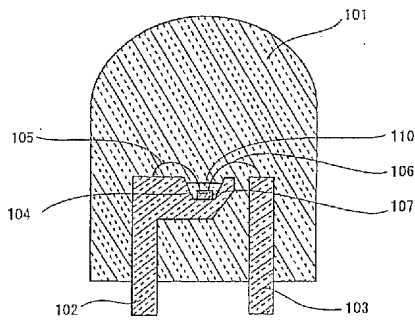


【図 4】

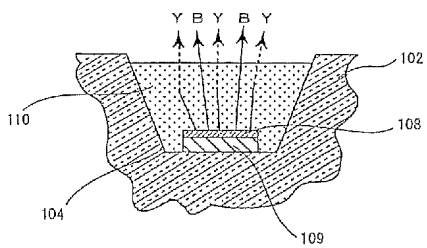


【図 7】

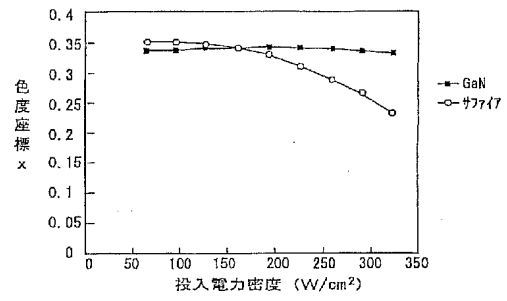
(a)



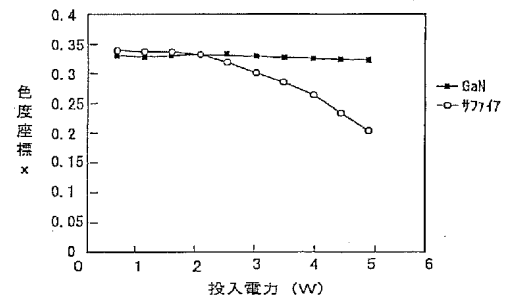
(b)



【図 5】

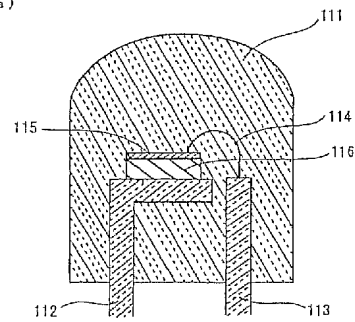


【図 6】

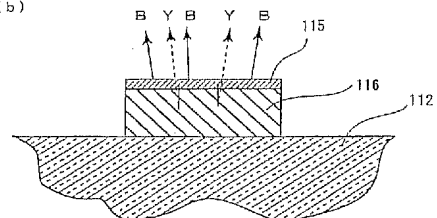


【図 8】

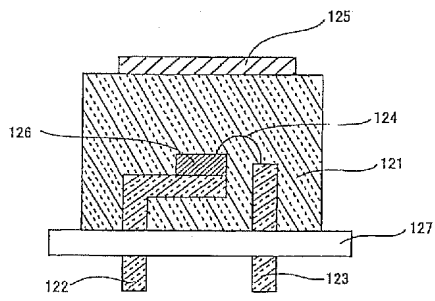
(a)



(b)



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

F I

テーマコード (参考)

C 0 9 K 11/65

C 0 9 K 11/64

C P C

C 0 9 K 11/88

C 0 9 K 11/65

C P A

C 0 9 K 11/88

F ターム (参考) 4H001 CA04 CA05 XA06 XA07 XA13 XA14 XA16 XA30 XA31 XA34
XA49 YA13 YA17 YA31 YA35 YA49 YA53
5F041 AA04 AA11 AA33 CA12 CA13 CA33 CA40 CA67 CB36 DA02
DA04 DA07 DA09 DA12 DA19 DA33 DA44 DA56 DA73 DB09
EE25 FF01 FF11

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-005544

(43)Date of publication of application : 06.01.2005

(51)Int.Cl. H01L 33/00
C09K 11/08
C09K 11/56
C09K 11/62
C09K 11/64
C09K 11/65
C09K 11/88

(21)Application number : 2003-168548

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 13.06.2003

(72)Inventor : FUJIWARA SHINSUKE

(54) WHITE LIGHT EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-power white light emitting element not to easily degrade and usable for illumination even when applied with high power.

SOLUTION: The white light emitting element comprises a fluorescent substance 4, a light emitting diode (LED) substrate 2, and a light emitting diode (LED) light emitting layer 3. The fluorescent substance 4 is selected from a group consisting of substances wherewith the relation between the thermal conductivity λ (W/cmK) and the optical absorption coefficient a (1/cm) for the light from the LED substrate 2 and from the LED light emitting layer 3 satisfies the inequality: $\lambda a > 2$. The material for the LED substrate 2 is selected from the group consisting of SiC, GaN, and AlN; and then the LED light emitting layer 3 is arranged in contact with the fluorescent substance 4. In another embodiment, wherein the LED substrate 2 is made of sapphire, the LED substrate 2 is arranged in contact with the fluorescent substance 4. In a white light emitting element constituted in this way, heat is sufficiently radiated even when a power of ≥ 200 W/cm² is inputted, and this excludes the adverse effect of temperature.

